

VALORSUL

valorizar os resíduos, monitorizar o ambiente



Programa de Monitorização dos Ecossistemas
Terrestre e Estuarino na Envolvente
à CTRSU de S. João da Talha
2009



VALORSUL

valorizar os resíduos, monitorizar o ambiente



Programa de Monitorização dos Ecossistemas
Terrestre e Estuarino na Envolvente
à CTRSU de S. João da Talha
2009

V. Brotas, M. Sim-Sim, L. S. Gordo,
M. J. Boavida, A. M. Ferreira, C. Garcia,
A. M. Neves, B. Paulo e R. Rebelo





I. Introdução

A monitorização ambiental desempenha um papel fundamental no contexto da avaliação de impacto ambiental, permitindo acompanhar a evolução dos ecossistemas e inventariar e descrever as possíveis alterações decorrentes da implementação do projecto.

A monitorização biológica dos ecossistemas terrestre e estuarino da envolvente à CTRSU teve como objectivo, no seu primeiro ano de trabalho, a criação de uma situação de referência que permitisse a comparação com os dados a obter nos anos seguintes e já durante a fase de exploração do empreendimento. Neste contexto procurou-se estabelecer o programa de recolha de dados que melhor permitisse equacionar os efeitos sobre o ecossistema em vários descritores que vêm sendo avaliados desde 1998: flora epífita, flora vascular e aves (ambiente terrestre); fitoplâncton, zooplâncton, algas macrófitas, vegetação halófitas, macroinvertebrados e ictiofauna (ambiente estuarino).

No presente trabalho apenas serão apresentados os resultados de um número reduzido de componentes (flora epífita, aves, fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados e ictiofauna).



2. Flora Epifítica

Durante o ano de 2009, a monitorização das comunidades criptogâmicas epifíticas (briófitos e líquenes) na zona envolvente à Central de Tratamento de Resíduos Sólidos e Urbanos (CTRSU) de São João da Talha permitiu estudar 33 estações de um total de 44, seleccionadas durante o primeiro ano de biomonitorização, antes da CTRSU iniciar a sua actividade (Figura 1). As características destas estações de amostragem da flora epifítica foram igualmente integradas em Sistemas de Informação Geográfica e numa base de dados.

A metodologia utilizada em 2009 no estudo das comunidades de briófitos e líquenes seguiu estritamente os critérios dos anos anteriores. Em cada estação, a área de amostragem correspondeu sempre que possível a um mínimo de 10 árvores de *Olea europaea* L. onde se analisou a composição, vitalidade e área de cobertura das diferentes espécies criptogâmicas. Nas estações 32 e 33 devido à inexistência de árvores da espécie *Olea europaea* foram amostrados mióporos (*Myoporum acuminatum* R. Br.) e na estação 20 o carvalho português (*Quercus faginea* Lam.). Em cada local de amostragem identificou-se e registou-se, numa ficha de campo, o total de taxa presentes assim como o valor de sociabilidade (Si), vitalidade (Vi) para cada taxon, de acordo com as escalas quantitativas de Bento-Pereira & Sérgio (1983).

A área ocupada por cada colónia de briófito ou líquene, no forófito previamente seleccionado (em cada uma das estações de amostragem) é representada numa folha de acetato, numa área rectangular de 220 cm². Nesse forófito foram inicialmente colocados identificadores adequados, de modo a permitir o reconhecimento da árvore seleccionada e facilitar a colocação do acetato em cada ano de monitorização. Esta metodologia tem permitido monitorizar a dinâmica das populações de briófitos e líquenes ao longo dos anos e a evolução da diversidade global destas comunidades na área em estudo.

Na totalidade das 33 estações foram identificados em 2009, 68 taxa de líquenes e 25 taxa de briófitos (23 musgos e 2 hepáticas).

Em cada local de amostragem, a Riqueza Florística (RF), que representa o total de espécies numa determinado local manteve-se constante em 18 estações de estudo, diminuindo em 2 estações e aumentando em 13.

No que se refere aos valores de IPA (Índice de Pureza Atmosférica), onde se toma em consideração além da presença, a cobertura da totalidade das colónias de uma dada espécie, observou-se em 2009 um aumento em 18 estações, um decréscimo em 8, mantendo-se o IPA constante em 7 estações.

A estação com valor mais elevado de IPA mantêm-se a número 20 (IPA = 11,9), enquanto o valor mais baixo de IPA foi observado na estação 14A (IPA = 0,6).

As estações 20 e 6 são as que apresentam Riqueza Florística (RF) mais elevada, ambas com 34, enquanto a estação 14A apresenta menor Riqueza Florística, RF=3. Nestas três estações ocorrem respectivamente as comunidades mais diversificadas (estações 6 e 20) e a mais pobre (estação 14A).

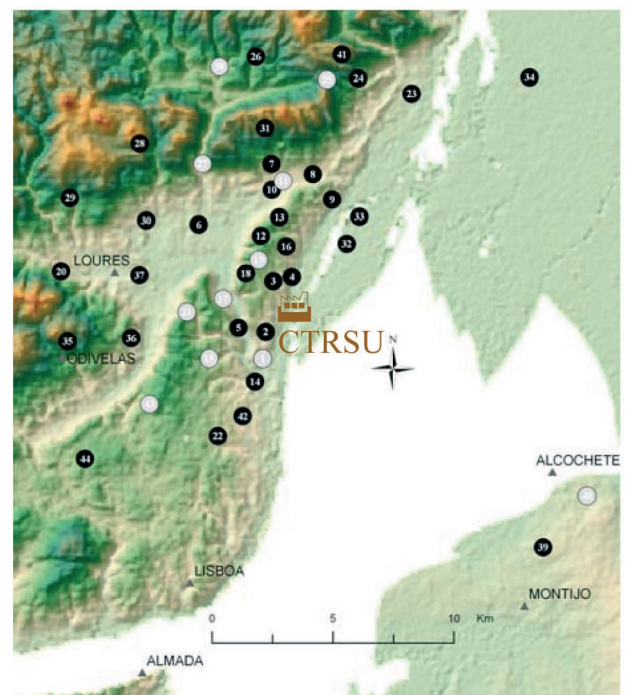


Figura 1. Localização dos levantamentos de flora epifítica na área envolvente à CTRSU da Valorsul. ● Estações de monitorização biológica da flora epifítica. ● Estações não monitorizadas nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009.



2.1. Análise da zonação de regiões isocontaminadas

As figuras 2 e 3 representam a zonação de regiões isocontaminadas com base nos valores de Riqueza Florística e no Índice de Pureza Atmosférica, respectivamente, calculados para as diferentes estações de monitorização durante o ano de 2009.

Ao longo dos anos de monitorização tem-se assistido a oscilações anuais dos valores de Riqueza Florística (Figura 2). As diferenças encontradas entre os diferentes anos de monitorização no que diz respeito às regiões com valores de RF mais elevados (a verde) e às regiões com valores de RF mais baixos (a castanho) parecem ser pouco significativas. Algumas alterações observadas nos últimos anos, estão associadas à redução do número de estações de amostragem o que contribui para que as linhas isocontaminadas apresentem modificações que não estão relacionadas com o agravamento da qualidade ambiental na área de estudo. No entanto, existe uma tendência clara para que as regiões com valores de RF mais elevados (a verde) predominem especialmente a NW da CTRSU, entre a região de Loures e Bucelas. Apesar dos valores de RF terem subido em 13 estações, descido em 2 e mantido em 18 estações durante o ano de 2009, as alterações observadas referem-se na sua maioria a um único taxon sendo por isso consideradas pouco significativas.

No que diz respeito ao IPA, a sua zonação na região envolvente à CTRSU (Figura 3), revelou igualmente oscilações durante os anos de monitorização. Observou-se igualmente a influência da redução do número de estações em estudo, no entanto, verifica-se que a zonação do IPA é mais estável do que a zonação do RF. Apesar de em 2009 existirem alterações no IPA, 18 estações subiram apenas ligeiramente, 8 desceram e 7 mantiveram os valores. Contudo no mapeamento das diferentes classes, não existem praticamente alterações em relação ao ano de 2008. As zonas a verde, com um IPA mais elevado predominam a NW da CTRSU, tal como foi verificado no mapeamento da RF. Correspondem assim às zonas de melhor qualidade ambiental, mais distantes das unidades industriais, de aglomerados urbanos e das principais vias de tráfego apresentando ainda pequenos redutos de vegetação semi-natural e muitas vezes a cotas também mais elevadas.

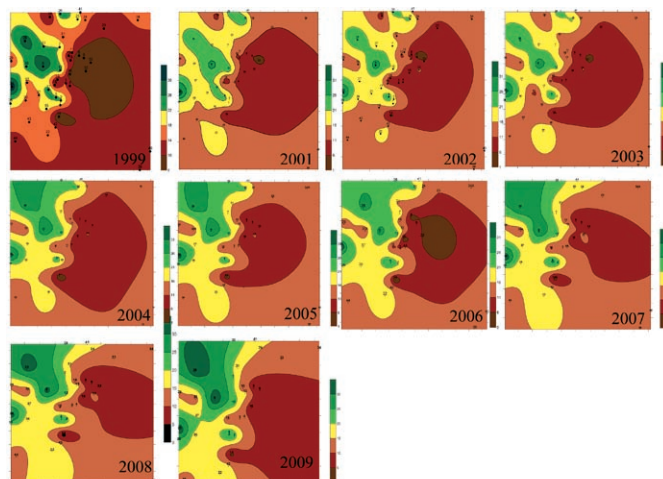


Figura 2. Evolução do padrão de distribuição da zonação de classes de RF para cada estação de amostragem entre 1999 e 2009.

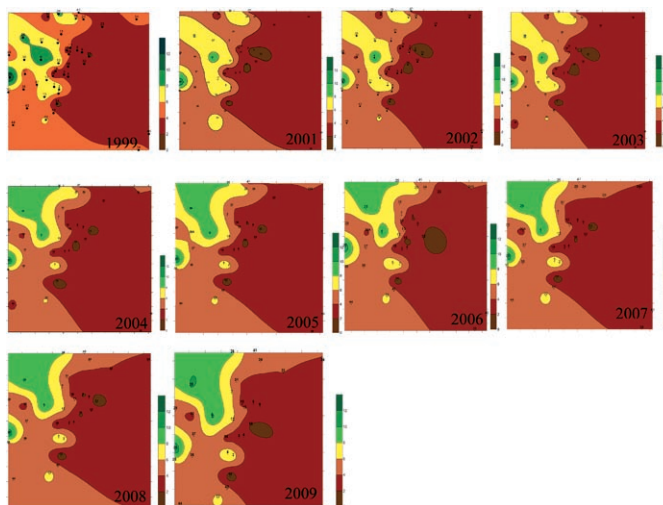


Figura 3. Evolução do padrão de distribuição da zonação de classes de IPA para cada estação de amostragem entre 1999 e 2009.



2.2. Análise da presença/ausência de alguns grupos funcionais

Neste ponto foi dada especial atenção aos grupos funcionais, isto é um grupo de organismos que respondem da mesma forma a determinadas variáveis ambientais, ou também a um determinado impacto. Os briófitos e líquenes podem assim ser classificados e agrupados em grupos funcionais. Esta classificação está relacionada normalmente com a forma de crescimento dos diferentes taxa, ou outras particularidades, como características ecológicas muito específicas de um grupo espécies.

Líquenes fruticulosos

Na generalidade, os líquenes fruticulosos são os que apresentam uma elevada sensibilidade às alterações ambientais, sendo os primeiros a revelar os indícios dessas alterações nomeadamente através da redução da cobertura, frequência e também da fertilidade, podendo mesmo deixar de existir quando as condições se agravam (Basel, 1985; Carvalho et al., 2002).

Devido ao facto da região envolvente à CTRSU ser bastante humanizada e industrializada, este grupo de líquenes não se encontra na maioria das estações de monitorização, o que revela locais com baixa Riqueza Florística e baixo Índice de Pureza Atmosférico e por conseguinte, menor qualidade do ar. Os valores mais elevados foram observados nas estações com um número mais elevado de espécies (RF), e valores de IPA igualmente mais elevados, estações 6, 20 e 28.

Em 2009 ocorreram alterações em 5 estações (12, 31, 32, 34A e 35), correspondendo a um aumento de cobertura de líquenes fruticulosos em 3 estações (12, 31 e 35) e decréscimo em 2 (32 e 34A). Na estação 35 salienta-se o aparecimento de *Teloschistes chrysophthalmus* (L.) Th. Fr., um líquene raro em diversos países e referido nas suas listas vermelhas (ver: <http://www.arkive.org/lichen/teloschistes-chrysophthalmus/threats-and-conservation.html>, 13 de Outubro 2009).

Líquenes foliáceos

Este grupo de líquenes é considerado medianamente sensível a alterações ambientais. Na área de estudo este grupo funcional revela uma ocorrência considerável, estando presente na maioria das estações.

Em 2009 ocorreram alterações em 9 estações, 6 corresponderam a aumentos de cobertura (estações 5, 8, 9, 23, 31, 34A) e 3 a decréscimos (estações 2, 6 e 10). As oscilações devem-se sobretudo a ligeiros aumentos e decréscimos de cobertura de algumas espécies.

Líquenes crustáceos

São o grupo de líquenes que alberga as espécies mais tolerantes às alterações ambientais. São organismos pioneiros, isto é, organismos que são os primeiros a ocupar os habitats, neste caso o ritidoma das árvores.

No ano 2009 foram observadas alterações de cobertura em 6 estações, das quais, 5 revelaram um aumento dos valores de cobertura, enquanto apenas uma estação revelou um ligeiro decréscimo. Por estarem em contacto directo com o ritidoma dos forófitos e por vezes bastante protegidos, quase inseridos nesse ritidoma, são os líquenes crustáceos os que resistem mais e os que apresentam a mais ampla distribuição. Ocorrem em todas as locais de amostragem, desde a estação com maior Riqueza Florística (estação 20) até à que apresenta menor RF (estação 14A), sendo os únicos organismos que podem ser encontrados nos forófitos da estação 14A.

Musgos

Na área de estudo, e ao longo de 2009, os musgos apresentaram pequenas oscilações de cobertura em 18 estações, das quais 12 revelaram um pequeno aumento e 6 um pequeno decréscimo.

Estas oscilações como já foi referido em relatórios anteriores não são representativas de qualquer agravamento da qualidade ambiental na área de estudo, mas são o resultado da própria dinâmica natural destas comunidades que são igualmente influenciadas pelas condições climáticas.

Hepáticas

Trata-se de um grupo de organismos em que a maioria das espécies apresenta uma elevada sensibilidade à poluição atmosférica e a alterações no habitat.

Ocorreram alterações em 5 estações, correspondendo a um aumento de coberturas em 3 estações e a um decréscimo de cobertura em 2 estações. Estas pequenas oscilações



correspondem a ligeiros aumentos de cobertura ou por pequenas diminuições, muitas vezes causadas pela queda do ritidoma fendilhado das oliveiras, sendo completamente alheias ao incremento da poluição atmosférica.

2.3. Zonas de qualidade ambiental da região envolvente à CTRSU

No ano de 2009 procedeu-se novamente à avaliação das diferentes zonas de qualidade ambiental na região envolvente à CTRSU.

Foram novamente reconhecidas 3 zonas de qualidade ambiental, uma zona Fraca, uma zona Intermédia e por fim uma zona Boa, tendo como base os valores do Índice de Pureza Atmosférica (IPA), baseados nas comunidades epifíticas de criptogâmicas (Tabela I).

As alterações de RF e IPA que se observaram não foram significativas para alterar a classificação das zonas de qualidade ambiental das estações estudadas. Os valores de RF não foram utilizados nesta classificação, consideraram-se apenas os valores do IPA uma vez que ponderam quer a ocorrência de uma espécie quer a sua cobertura.

Qualidade ambiental fraca

A classe de Qualidade ambiental Fraca é a classe onde ocorrem as estações com menor Índice de Pureza Atmosférica (IPA) com valores inferiores ou iguais a 4, normalmente coincidentes com as zonas de menor Riqueza Florística (RF), incluindo as estações n.ºs 3, 4B, 8, 9, 10, 14A, 16, 18B, 23, 30A, 32, 33, 34A e 39. Neste grupo como tem vindo a ser referido, dominam espécies bastante resistentes à poluição atmosférica, como é o caso dos musgos *Orthotrichum diaphanum* Brid e *Syntrichia laevipila* Brid. Classificaram-se assim 14 estações de monitorização nesta classe, sendo as mais intervencionadas e com menor qualidade ambiental.

Qualidade ambiental intermédia

Com uma qualidade ambiental Intermédia foram seleccionadas as estações n.ºs 2, 5, 7, 12, 13, 22, 24, 29, 31, 35, 36, 37, 41, 42 e 44 onde ocorrem as estações com Índice de Pureza Atmosférica (IPA) entre 4 e 8. Vamos encontrar uma dominância de briófitos como: *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B., S. & G., *Pterogonium gracile* (Hedw.) Sm. e *Zygodon rupestris* (Hartm.) Milde e *Frullania dilatata* (L.) Dum. Nas espécies de líquenes dominam *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau, *Hyperphyscia adglutinata* (Florke) Mayrh. et Poelt, *Hypocenomyce stoechadiana* Abbassi Maaf et Roux, como *Parmelia caperata* (L.) Ach., *Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy e *Pertusaria* spp..

Zonas de qualidade do ar	Fraca IPA ≤ 4	Intermédia 4 < IPA < 8	Boa IPA ≥ 8
Estações de amostragem	3; 4B; 8; 9; 10; 14A; 16; 18B; 23; 30A; 32; 33; 34A; 39	2; 5; 7; 12; 13; 22; 24; 29; 31; 35; 36; 37; 41; 42; 44	6; 20; 26; 28
Espécies dominantes	<i>Orthotrichum diaphanum</i> <i>Syntrichia laevipila</i> (com gemas) <i>Diploicia canescens</i> <i>Lecanora</i> spp. <i>Physcia tenella</i> <i>Xanthoria parietina</i> <i>Schismatomma decolorans</i>	<i>Homalothecium sericeum</i> (estéril) <i>Pterogonium gracile</i> (estéril) <i>Zygodon rupestris</i> <i>Frullania dilatata</i> <i>Candelariella xanthostigma</i> <i>Hyperphyscia adglutinata</i> <i>Hypocenomyce stoechadiana</i> <i>Parmelia caperata</i> <i>Parmotrema reticulatum</i> <i>Pertusaria</i> spp. <i>Physcia adscendens</i>	<i>Cryphaea heteromalla</i> (fértil) <i>Homalothecium sericeum</i> (fértil) <i>Leptodon smithii</i> <i>Leucodon sciuroides</i> <i>Pterogonium gracile</i> (fértil) <i>Radula lindenbergiana</i> Espécies de <i>Parmelia</i> sp. Várias espécies de <i>Ramalina</i> sp.

Tabela I. Zonas de qualidade ambiental da área em estudo para 2009.



Todas estas espécies normalmente não apresentam reprodução sexuada, sendo a reprodução assegurada na sua maioria por dispersão de pequenas porções do talo. Apesar das espécies citadas não aparentarem estar no seu óptimo ecológico revelam normalmente elevadas frequências (numerosos talos de pequenas dimensões) traduzindo um elevado esforço colonizador.

Trata-se da classe onde ocorre a maioria das estações estudadas a qual apresenta em relação a 2008 as mesmas estações de monitorização.

Qualidade ambiental boa

É a classe menos frequentada da área de estudo. Nesta classe incluem-se as estações n.ºs 6, 20, 26 e 28, com um Índice de Pureza Atmosférico (IPA) superior ou igual a 8. Indicadores desta classe são as espécies de briófitos: *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) Mohr, *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B., S. & G., *Leptodon smithii* (Hedw.) Web. & Mohr., *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr., *Pterogonium gracile* (Hedw.) Sm (fértil) e *Radula lindenbergiana* Gott. ex C. Hartm.. Em relação aos líquenes os indicadores são diversas espécies do género *Parmelia* e *Ramalina*. Nesta classe podemos ainda encontrar algumas espécies de briófitos com reprodução sexuada como é o caso de *Cryphaea heteromalla* *Homalothecium sericeum* e *Pterogonium gracile*. Em relação a 2008 esta classe alberga as mesmas estações, o que é indicador de estabilidade ambiental. São de salientar os locais com maior Riqueza Florística, com continuidade ecológica (estação 20), associados a uma boa qualidade ambiental, apresentando espécies normalmente com elevadas coberturas, frequência e diversos taxa frutificados.

3. Vertebrados Terrestres

3.1. Transectos Terrestres

Os trabalhos de monitorização da fauna de vertebrados dos ecossistemas terrestres contemplam actualmente a monitorização da comunidade de aves de rapina diurnas em áreas do Parque Natural do Estuário do Tejo (PNET) próximas da CTRSU.

A figura 4 apresenta os resultados das contagens das cinco espécies de aves de rapina mais comuns no PNET nos meses de Dezembro/ Janeiro desde o início dos trabalhos de monitorização (as contagens de Fevereiro/ Março decorrerão durante as próximas duas semanas).

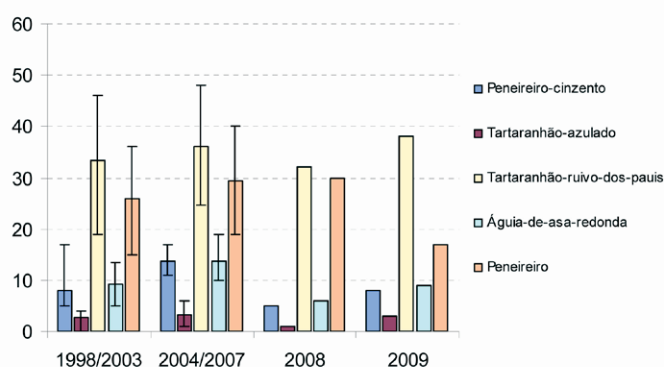


Figura 4. Contagens das aves de rapina mais comuns no transecto T3 na época de Dezembro/ Janeiro. As barras largas indicam os valores médios e as barras estreitas indicam os valores máximos e mínimos de cada espécie nos dois primeiros períodos de amostragem. Os valores de Dezembro de 2008/ Janeiro de 2009 e de Dezembro de 2009/ Janeiro de 2010 referem-se a valores absolutos.

O gráfico revela que, apesar de uma grande variabilidade interanual (considerando os valores de mínimos e máximos indicados pelas barras de erro), a comunidade de aves de rapina que inverte no PNET tem-se mantido muito semelhante ao longo de todo o programa de monitorização. Esta semelhança é mantida para as cinco espécies mais comuns no estuário durante o Inverno nos últimos dois anos. Quatro destas espécies - tartaranhão-ruivo-dos-pauis, peneireiro, peneireiro-cinzento e águia-de-asa-redonda - são residentes no nosso país, estando assim expostas durante todo o ano às condições locais. Os resultados apontam assim para uma manutenção dos efectivos, com flutuações interanuais.

3.2. Sectores de contagem de avifauna estuarina

As contagens são efectuadas em dois grupos de sectores - três sectores próximos da CTRSU (margem direita) e dois sectores situados na região menos intervencionada e com menor perturbação humana do PNET (margem esquerda). A figura 5 mostra os efectivos médios de duas espécies muito conspícuas e de interesse conservacionista, que se alimentam nas areias e vasas intermareais do estuário - o flamingo, *Phoenicopterus ruber* e o alfaiate, *Recurvirostra avosetta* - censados nas duas margens do estuário ao longo do programa de monitorização.

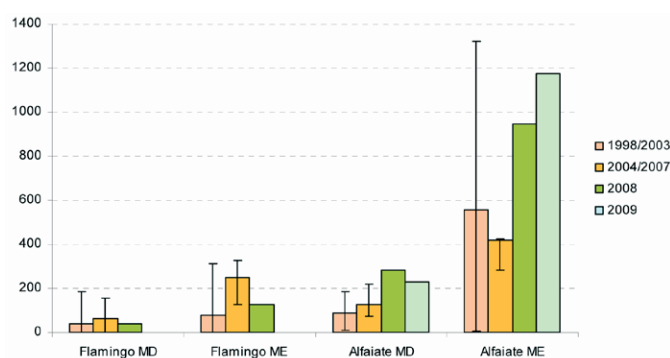


Figura 5. Número de flamingos e alfaiaes censados no estuário nos meses de Dezembro e Janeiro durante o programa de monitorização. MD – margem direita; ME – margem esquerda. As barras largas indicam os valores médios e as barras estreitas indicam os valores máximos e mínimos nos dois primeiros períodos de amostragem. Os valores de Dezembro de 2008/ Janeiro de 2009 e de Dezembro de 2009/ Janeiro de 2010 referem-se a valores absolutos.

Ambas as espécies apresentam efectivos mais elevados na margem esquerda, a menos intervencionada do estuário. As flutuações interanuais são nestas espécies muito mais marcadas que para as rapinas censadas no transecto terrestre, o que está relacionado com as variações interanuais na qualidade dos vários locais de invernada na Europa do Sul, por onde as populações destas aves se dispersam em cada Inverno. De um modo geral, as variações observadas na margem direita do estuário (nas regiões mais próximas da CTRSU) acompanham as observadas na margem esquerda. Para o alfaiate, os valores dos dois últimos anos foram muito semelhantes. Já para o flamingo, não foi observada nenhuma ave em Dezembro 09/ Janeiro 2010 nos sectores de contagem. Esta ausência de aves é sem dúvida circunstancial, já que vários indivíduos desta espécie foram novamente observados no estuário já em Fevereiro de 2010.



4. Fitoplâncton e Zooplâncton

O fitoplâncton é considerado uma comunidade chave nos ecossistemas estuarinos, dado que responde rapidamente a alterações ambientais. O seu crescimento depende da luz, dos nutrientes e da estabilidade da coluna de água. No estuário do Tejo, os nutrientes como os nitratos e silicatos chegam ao estuário principalmente por via fluvial, enquanto os fosfatos são renovados através da ressuspensão dos sedimentos.

A recolha de amostras para o estudo do Fitoplâncton tem sido efectuada mensalmente em situação de maré morta, em preia-mar, no início da vazante, nas 3 estações situadas na área envolvente à CTRSU.

No presente relatório comparam-se os valores obtidos durante o ano de 2009, com a série referente à primeira fase do estudo (quinquénio 1999-2003), e com a série correspondente à segunda fase do estudo, (2004-2008).

Ao longo do ano de 2009, a biomassa do fitoplâncton no Estuário do Tejo, representada pela concentração em clorofila a na coluna de água, apresenta valores mais baixos do que a média dos anos anteriores. As Diatomáceas continuam a ser o grupo taxonómico dominante, enquanto os grupos taxonómicos potencialmente causadores de fenómenos de “blooms” nocivos, isto é, os Dinoflagelados e as Cianobactérias, mantêm-se em concentrações reduzidas.

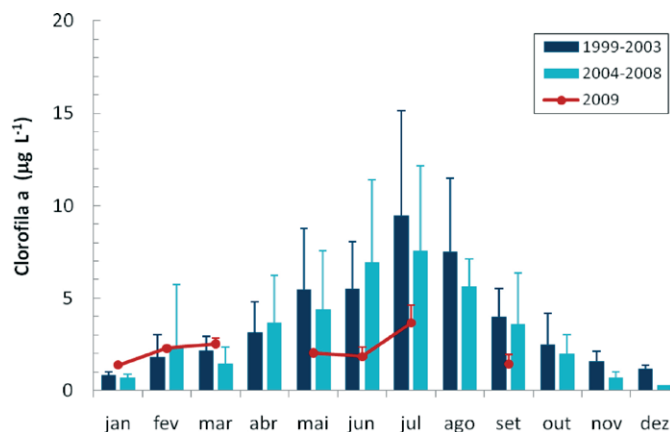


Figura 6. Evolução anual da concentração em clorofila a (índice de biomassa para o Fitoplâncton). Os valores correspondem à média das três estações (La1-La3) e para os períodos 1999 a 2003, 2004 a 2008 e para o ano de 2009.



Na figura 7, observa-se a variação da densidade de zooplâncton ao longo de todos os anos de amostragem. As barras castanhas representam a média do primeiro período de amostragem (1998 – 2003), as laranja, a média do segundo período (2004 – 2007), as barras amareladas os valores para o ano de 2008 e as barras verdes para o ano de 2009. Nos primeiros cinco anos podemos observar que a comunidade de zooplâncton apresenta poucos picos de densidade, e que estes são mais frequentes entre os meses de Fevereiro e Junho, sendo as densidades em geral mais baixas durante o Outono e Inverno. No segundo período de amostragem podemos observar grandes picos de densidade principalmente nas estações LA2 e LA3 e nos meses de Maio, Junho e Setembro. Observando-se o gráfico em geral, parece existir um aumento dos picos de densidade de zooplâncton da estação LA1 para a LA3 (esta última é a que apresenta as densidades de zooplâncton mais elevadas), sendo a LA2 uma estação intermédia. De facto, a estação LA1 é a que apresenta valores mais baixos de densidade, não ultrapassando em média os 1500 ind/m³. Nesta estação, as densidades observadas

em 2008 são coincidentes com a média. Nas estações LA2 e LA3, as densidades observadas em 2008 foram também coincidentes com a média, apesar de serem observados alguns picos mais evidentes nos meses de Setembro (LA2) e Maio, Junho e Setembro (LA3). Em 2008 observaram-se densidades ligeiramente mais elevadas devido à presença de dois grupos de zooplâncton, os Cirripeda e os Harpaticoida. O ano 2009 acompanha a tendência dos anos anteriores, observando-se um ligeiro aumento das densidades em relação ao ano anterior. Os grupos que contribuíram para os picos de densidade observados foram os Calanoidas e os Cirrípedes. É ainda de notar que os maiores picos de densidade observados durante todos os anos de amostragem foram essencialmente devidos a estes três grupos de zooplâncton, e alguns também aos náuplios de Copépodes, o que significa que estes grupos são os mais importantes em termos de abundância e biomassa nesta zona do estuário do Tejo, tendo os restantes uma contribuição mais esporádica na comunidade.

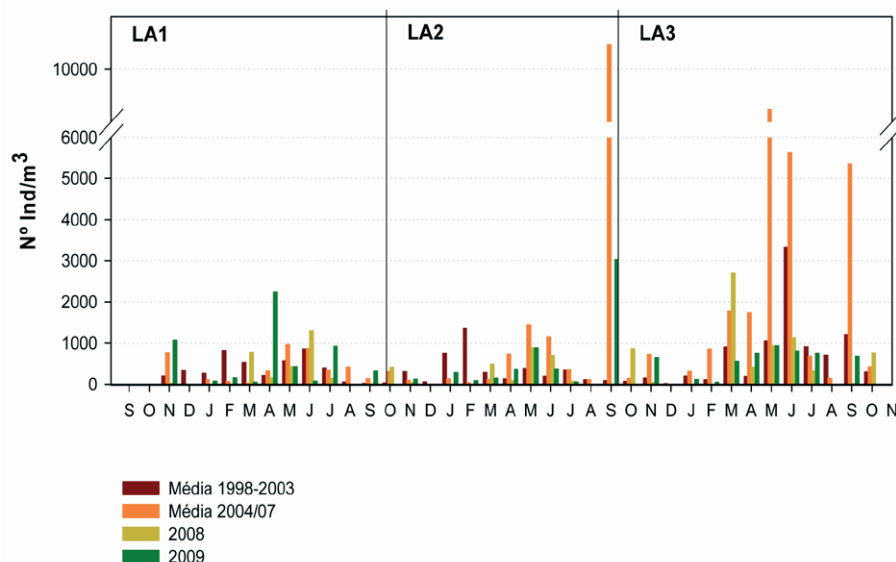


Figura 7. Comparação da variação da densidade de Zooplâncton ao longo do ano, nas três estações de amostragem (LA1, LA2, e LA3 entre os primeiros cinco anos de amostragem (média 1998-2003), os quatro anos seguintes (média 2004-2007) e o ano de 2008 e 2009.



5. Macroinvertebrados e Ictiofauna

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos são extremamente influenciadas pelo tipo de substrato existente pelo que é fundamental analisá-lo. A figura 8 mostra a comparação do teor de vasa encontrado em 2009 com o ano de 2008 e a média dos dois períodos de monitorização anteriores (1999/2003 e 2004/2007) e para as várias estações de amostragem. Pode constatar-se que as estações 2, 4 e 5 (situadas na Cala Norte) são as que apresentam menores flutuações, tendo um teor de vasa que ultrapassa sempre os 90%. As estações 1 e 3, situadas fora da Cala Norte, registaram a maior variabilidade: na primeira nota-se uma tendência para um aumento da componente vasosa desde 1999 até ao presente (os valores de 2009 já ultrapassaram os 80%); na segunda assiste-se a uma diminuição dessa componente para valores também próximos dos 80%. Estas variações do tipo de substrato evidenciam a forte dinâmica estuarina que é mais acentuada fora da Cala Norte.

A comunidade endofaunística tem vindo a apresentar, desde 1999 e em média, um aumento da densidade (Figura 9). Este aumento é particularmente evidente na estação 1 que apresenta um sedimento mais diversificado, ou seja, com menor componente vasosa. Tal como em anos anteriores, a comunidade foi dominada por poliquetas, particularmente das espécies *Streblospio shrubsolii* e *Hediste diversicolor*, conotadas por preferirem ambientes ricos em matéria orgânica e apresentarem uma boa resistência a diversos tipos de distúrbios. Estes poliquetas alimentam-se de partículas depositadas no substrato, destabilizando os sedimentos coesivos do mesmo, por alterar o tamanho das partículas e aumentar o conteúdo em água.

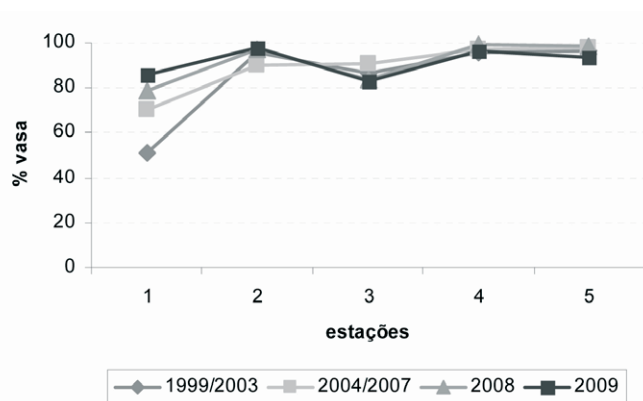


Figura 8. Comparação do teor de vasa determinado em 2009 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e 2008.

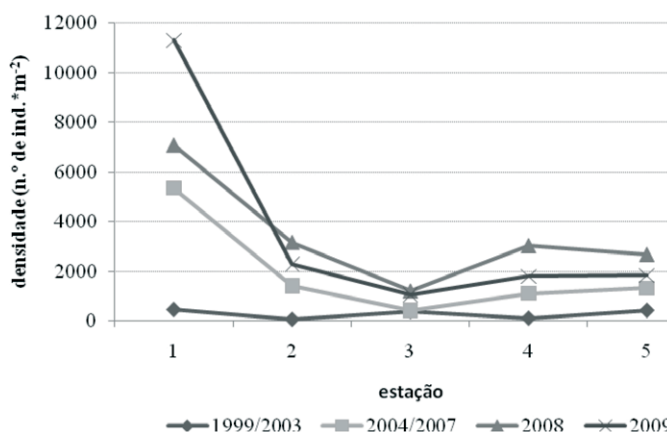


Figura 9. Comparação da densidade de endofauna determinada em 2009 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e no ano de 2008.



O estado de perturbação das comunidades tem sido avaliado através do método ABC (Abundance and Biomass Comparison, Warwick, 1986). De uma maneira geral, sempre que os valores de biomassa são superiores aos de densidade, então a comunidade encontra-se num estado de não perturbação. É precisamente esta situação que se tem verificado nas estações de amostragem desde 2003, ano em que ocorreram duas situações de perturbação moderada (estações 4 e 5) como está exemplificado na figura 10. No entanto convém realçar que os elevados valores de biomassa são obtidos pela presença de uma espécie (e não por várias como seria desejável se estivéssemos face a uma comunidade em condições normais de equilíbrio) de bivalves que só por si representa sempre mais de 90% deste parâmetro. Por outro lado, o número de espécies presentes na zona é baixo e a comunidade é dominada por espécies de grande resistência à poluição como é o caso dos poliquetas *S. shrubsolii* e *H. diversicolor* e dos *Oligochaeta* (cf. Relatório anual de Outubro de 2009), dados que devem ser tomados em consideração numa avaliação global do estado de perturbação das comunidades.

A comunidade epifaunística tem sido dominada por duas espécies de crustáceos decápodes: o camarão-mouro, *Crangon crangon* e o caranguejo-verde *Carcinus maenas*. A figura 11 apresenta a comparação da densidade do camarão-mouro por estação de amostragem determinada para 2009, relativamente ao ano de 2008 e à média dos dois períodos anteriores de monitorização, 1998/2003 e 2004/2007. O ano de 2009 registou os valores mais baixos de todo o período de monitorização. Mantém-se, no entanto, a tendência do padrão registado nos últimos anos, ou seja, para os valores mais baixos se situarem nas estações fora da Cala Norte (1 e 3), onde o substrato tem apresentado uma maior componente arenosa, e os mais elevados nas restantes, com particular incidência na estação 2.

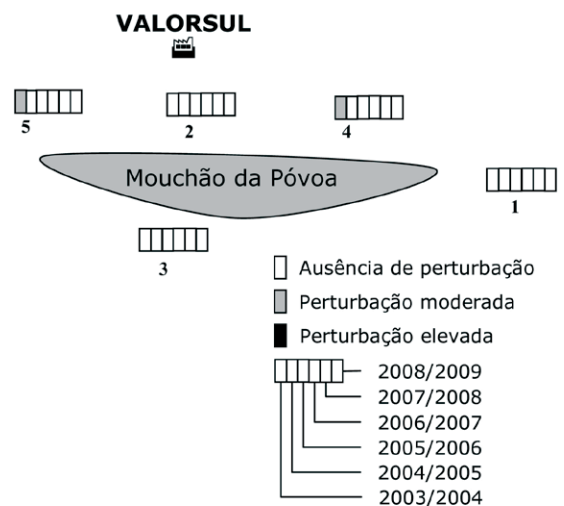


Figura 10. Comparação do estado de degradação de cada estação de amostragem entre os anos de 2003 e 2009.

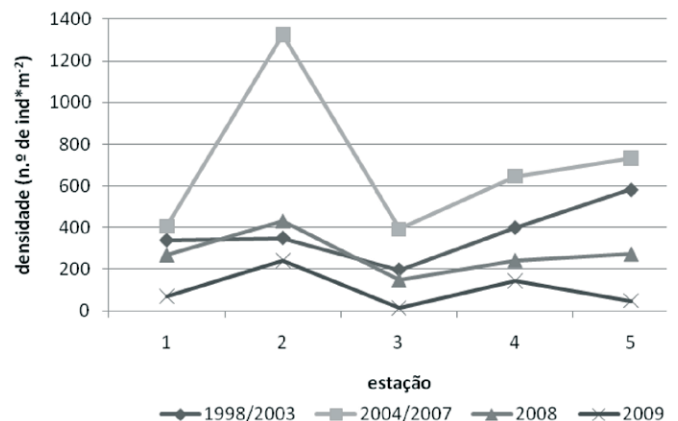


Figura 11. Comparação da densidade do camarão-mouro *Crangon crangon* em 2009 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e no ano de 2008.



A densidade do caranguejo-verde *Carcinus maenas* está representada na figura 12. O ano de 2009 apresentou densidades particularmente baixas, em particular nas estações 1 e 3. Esta tendência de ocorrência das maiores densidades nas estações da Cala Norte tem-se mantido desde o início da monitorização com pequenas excepções. Neste contexto, apenas em 2008 ocorreu uma elevada densidade desta espécie na estação 3 e provavelmente explicável pelo aumento do teor de vasa ocorrido nesse ano naquela estação.

A comunidade ictíica tem sido dominada por uma espécie, o caboz-da-areia, *Pomatoschistus minutus*, cujo valor da densidade por estação de amostragem se encontra representado na figura 13. Em 2009 registaram-se os valores mais baixos de todo o período de monitorização, embora esta tendência para baixas densidades tenha vindo a acentuar-se desde 2004.

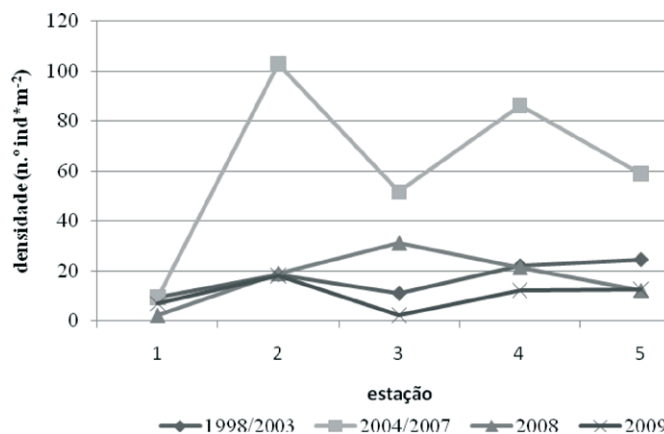


Figura 12. Comparação da densidade do caranguejo-verde *Carcinus maenas* determinada em 2009 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e no ano de 2008.

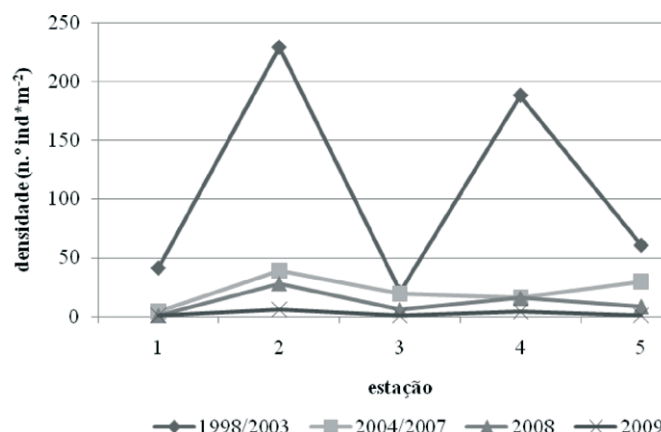


Figura 13. Comparação da densidade do caboz-da-areia, *Pomatoschistus minutus* determinada em 2009 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e no ano de 2008.



6. Contaminantes

6.1. Organoclorados e Metais

As concentrações de compostos organoclorados (bifenilos policlorados (tPCB)) estão dentro da média de valores encontrados na monitorização que tem vindo a ser realizada desde 1999 (Figura 14). O facto dos valores mais elevados ocorrerem nas amostragens de Outono e Inverno, sugere que tais valores podem resultar de escorrências das margens para o estuário. Convém, no entanto, referir que estes valores estão muito abaixo dos níveis admissíveis para consumo humano. Relativamente aos metais, a evolução temporal das concentrações de cádmio (Cd) e mercúrio (Hg), presente na figura 14, mostra que os teores encontrados estão dentro da gama de valores encontrados na monitorização que tem vindo a ser realizada desde 1999.

Saliente-se que, algumas variações podem estar relacionadas com os factores fisiológicos dos organismos, tais como diferenças entre espécies, variações intraespecíficas entre indivíduos, idade, diferentes estado de maturação sexual. No entanto, para as variações encontradas, não se pode por de parte alterações na biodisponibilidade ambiental dos contaminantes que podem provir de fontes difusas ou activas provenientes das várias unidades industriais existentes.

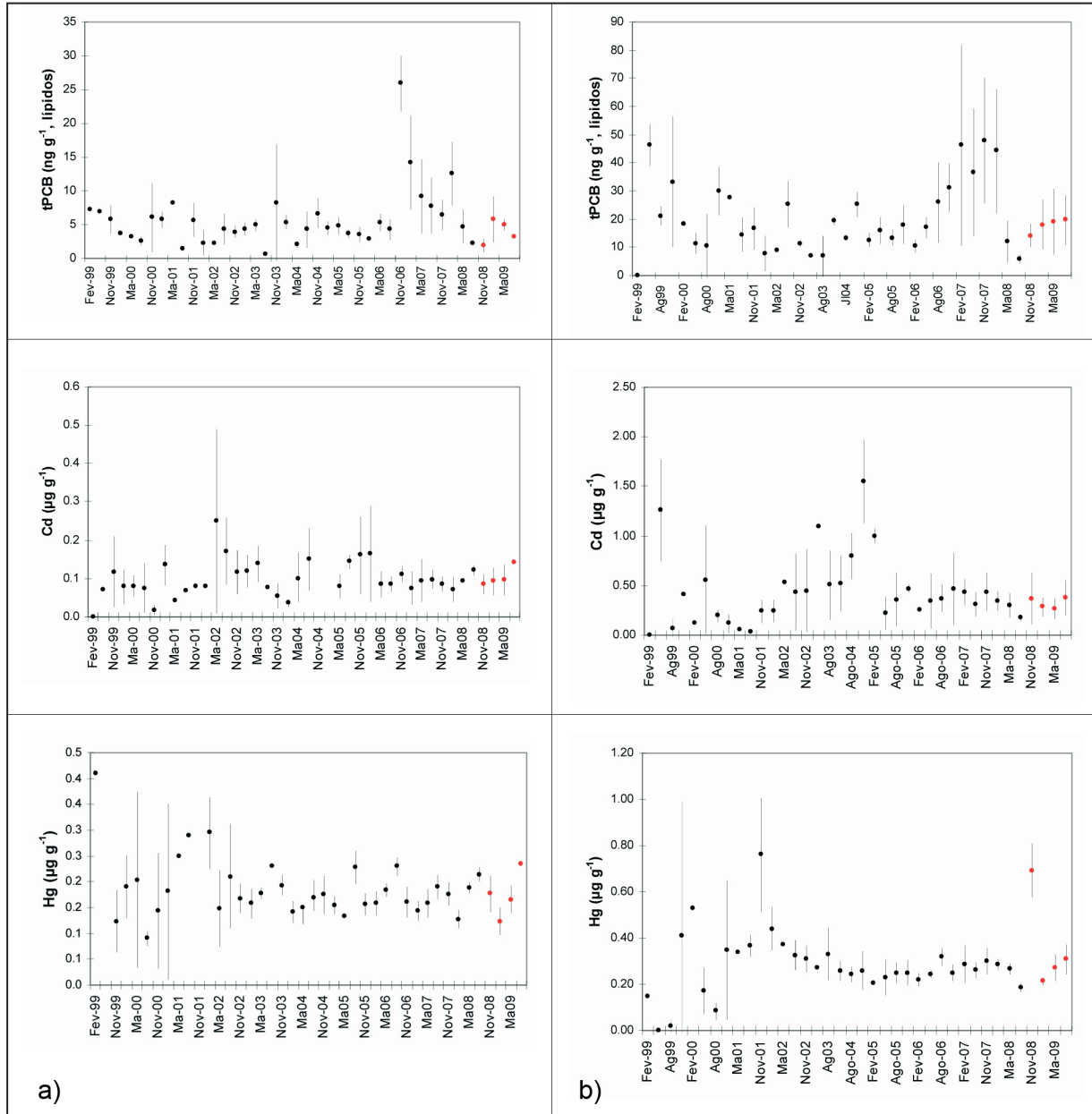


Figura 14. Concentrações de bifenilos policlorados (tPCB), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg) no camarão-mouro *Crangon crangon* (a) e no caranguejo-verde *Carcinus maenas* (b) capturados entre 1999 e 2009.



6.2. Dioxinas e Furanos

A análise dos teores de dioxinas e furanos foi realizado por um laboratório independente certificado pela Comissão Europeia. No caso das plantas, foi analisado o líquene fruticuloso, *Evernia prunastri* (L.) Ach., por períodos exposição de 6 meses e 1 ano de material transplantado.

Como se pode observar na Figura 15, existem diferenças na composição de dioxinas e furanos para o material vegetal proveniente de diferentes localidades (Serra de Aire e Candeeiros, Serra de Montemuro e Serra da Malcata), onde à partida se admitiu que não existiriam fontes destes compostos. Verificou-se, no entanto, que os transplantes provenientes de diferentes localidades apresentavam teores distintos de dioxinas e furanos. Assim, optou-se pelo material originário da Serra da Malcata, por apresentar os valores menores para estes compostos.

A estação 5 (Fábrica da Manteiga) tem-se revelado a zona em que a concentração destes compostos no líquene *Evernia prunastri* é a mais elevada. No entanto, na última campanha de monitorização a estação com maiores concentrações destes compostos foi a 4A, embora com concentrações inferiores às registadas no início de 2003. Esta situação pode dever-se à necessidade dentro da própria estação de alterar a zona de exposição do transplante devido ao derrube de forófitos. Foi assim, solicitada permissão a um morador para a colocação do transplante numa varanda, a uma altitude ligeiramente superior à inicial e com menos folhagem. Este facto pode explicar a variação observada, não sendo necessariamente atribuído a um aumento de emissões destes compostos nesta estação.

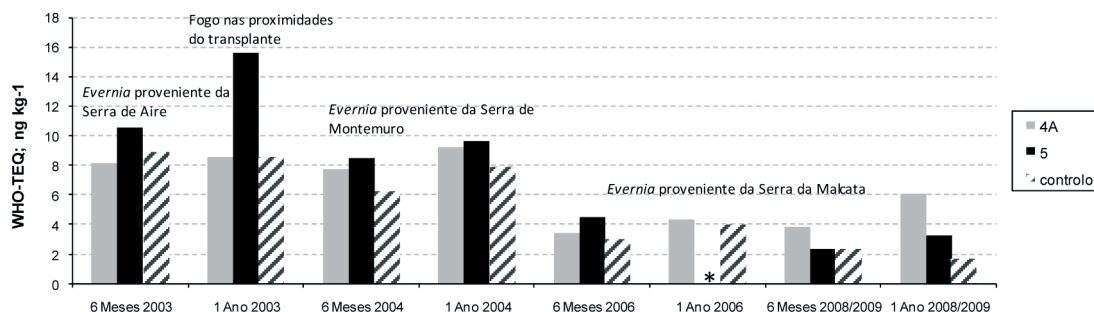


Figura 15. Concentração de dioxinas e furanos na área de estudo utilizando um biomonitor transplantado.

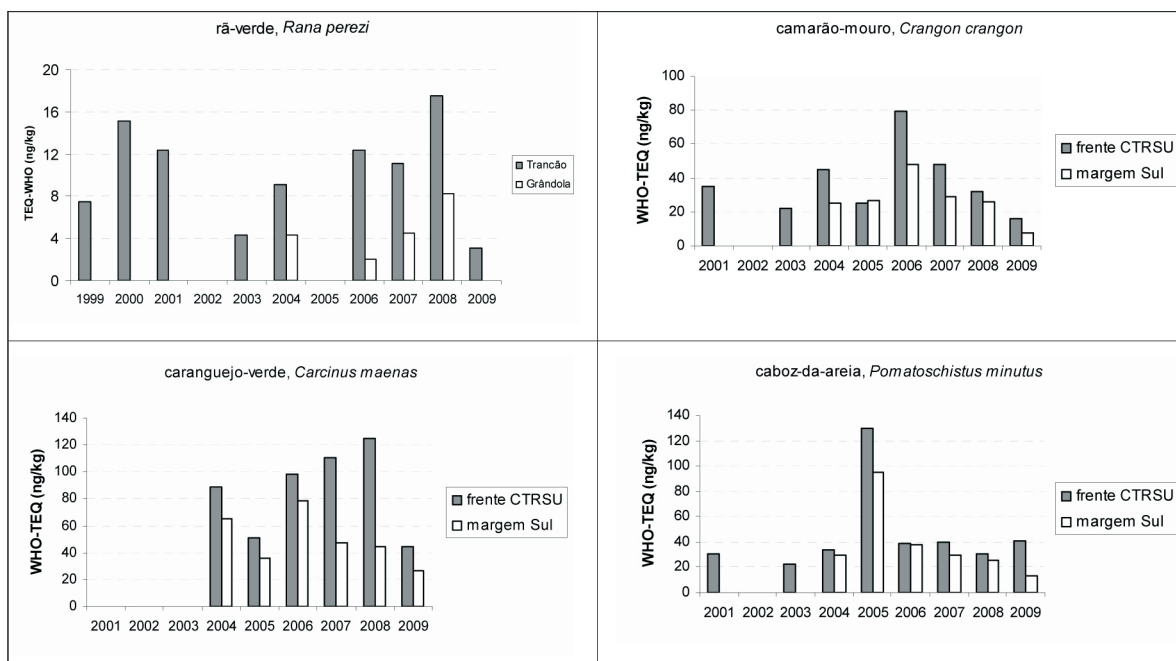


Figura 16. Teores de dioxinas e furanos determinados na rã-verde, no camarão-mouro, no caranguejo-verde e no caboz-da-areia.

Para a fauna (Figura 16), foi analisada a rã-verde *Rana perezi* (fauna terrestre), o camarão-mouro *Crangon crangon*, o caranguejo-verde *Carcinus maenas* e o caboz-da-areia *Pomatoschistus minutus*, estas últimas três espécies pertencentes à fauna estuarina.

No caso da rã-verde, os valores para a população do Trancão apresentam grandes flutuações em torno de uma média de 10.26 ng kg⁻¹, e, com uma exceção, têm sido sempre bastante superiores aos valores obtidos para a população de Grândola, com uma média de 4.75 ng kg⁻¹. A exceção foi precisamente o ano de 2009, no qual foram registadas as menores concentrações de dioxinas no Trancão desde o início do programa de monitorização (Figura 16). O valor registado este ano foi até mesmo menor que valores de Grândola, indicando que na Primavera/Verão de 2009 a deposição de dioxinas e furanos na região do Trancão foi bastante baixa. É também interessante que o registo deste valor mínimo aconteça logo a seguir ao registo dos valores máximos para o Trancão (2008), o que indica a validade da utilização deste modelo animal (formas larvares de anfíbio) para a realização de monitorizações anuais. Os animais analisados são recém-metamorfosados, expostos aos agentes poluentes durante apenas 4 a 6 meses. Este esquema de amostragem permite-nos

considerar os resultados de cada ano como amostras independentes e como indicadores da poluição específica daquele ano, o que não aconteceria se a amostragem incluísse adultos, onde a acumulação de poluentes teria duração variável com a idade do indivíduo.

Embora na literatura não tenham sido encontrados valores de referência para anfíbios, o teor base de dioxinas determinado em ratos não submetidos a fontes poluidoras foi de 4 ng kg⁻¹ (U.S. E.P.A., 1989). Este valor de referência é muito próximo do encontrado na população de Grândola pelo que se pode aceitar esta população como indicadora de uma região não poluída. Pelo contrário, os valores determinados na população do rio Trancão sugerem que estes indivíduos têm sido sujeitos a fontes poluidoras persistentes, mas de efeitos muito variáveis nos últimos anos – na realidade, 2009 pode ser considerado um ano “limpo”.

Relativamente ao camarão-mouro, constata-se que, de 2003 a 2006, há uma tendência crescente nos teores de dioxinas (Figura 16) mas, a partir de 2006, essa tendência é decrescente, apresentando o ano de 2009 os teores mais baixos (≈ 16 ng kg⁻¹) da série de dados disponíveis. Esta mesma tendência foi encontrada na população da margem sul, evidenciando que todo



o ambiente estuarino tem estado sob uma crescente influência de factores antropogénicos mas em menor quantidade nesta região.

No caso do caranguejo-verde (*Carcinus maenas*), os teores de dioxinas e furanos determinados entre 2005 e 2008 revelam uma tendência crescente (Figura 16) mas, em 2009, os valores foram os mais baixos de todo o período analisado. Os teores observados nos indivíduos capturados na margem sul, sendo proporcionalmente menores e apresentando em 2009 o valor menor de todos os anos amostrados, não evidenciam o padrão da população da cala norte entre 2005 e 2009; pelo contrário, mostram uma tendência decrescente a partir de 2006, já evidenciada na população do camarão-mouro.

O caboz-da-areia (*Pomatoschistus minutus*) foi a única espécie piscícola analisada. Esta espécie contraria a tendência decrescente verificada nas duas espécies de crustáceos analisadas. Com efeito, a partir do ano de 2005 em que se registaram teores de dioxinas e furanos extremamente elevados, a restante série de anos indicava uma tendência para alguma estabilidade à volta de um valor médio inferior a 40 ng kg⁻¹ (Figura 16). Em 2009, os teores encontrados nesta espécie foram de cerca de 41 ng kg⁻¹. Pelo contrário, na margem sul, assiste-se a uma tendência decrescente desde 2005, tendo os teores de 2009 sido os mais baixos de sempre para esta espécie.

Em resumo, embora os valores encontrados na fauna terrestre e estuarina se enquadrem dentro da amplitude de valores registados para outras espécies em áreas intervencionadas e sujeitas a fontes poluidoras, convém realçar que algumas destas espécies (rã-verde e crustáceos) podem ser objecto de consumo humano e têm apresentado teores de dioxinas acima dos valores de referência enquadrados pela legislação comunitária relativa às substâncias e produtos indesejáveis na alimentação animal.



7. Referências Bibliográficas

Basel B. 1985 – Lichens as indicators of air pollution (zone scales of Geneva). *Cellular and Molecular Life Sciences (CMLS)* 41 (4): 534 – 535.

Bento-Pereira F. & C. Sérgio 1983. Líquenes e briófitos como bioindicadores da poluição atmosférica - II Utilização de uma escala quantitativa para Lisboa. *Revista de Biologia* 12: 297-312.

Carvalho P., Figueira R., Jones M., Sérgio C., Sim-Sim M. & Catarino F. 2002 - Dynamics of epiphytic lichen communities in an industrial area of Portugal. *Bibliotheca Lichenologica* 82: 175-185.

U.S. Environmental Protection Agency. (1989) Interim procedures for estimating risks associated with exposures to mixtures of chlorinated dibenzo-p-dioxins and -dibenzofurans (CDDs and CDFs) and 1989 update. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC; EPA/625/3-89/016.

Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.* 92: 557-562